



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 198 41 267 C 1

51 Int. Cl. 7:
G 06 F 11/00
// F02D 41/00

21 Aktenzeichen: 198 41 267.3-53
22 Anmeldetag: 9. 9. 1998
43 Offenlegungstag: -
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 2. 3. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

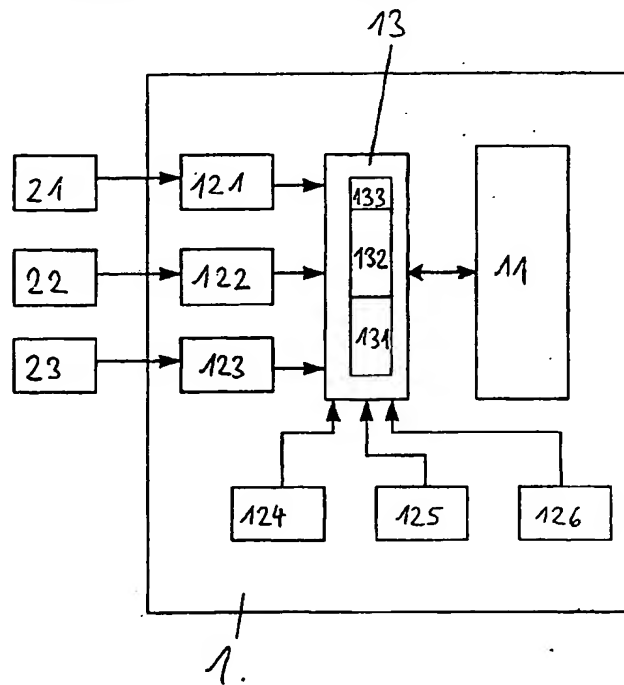
73 Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:
Last, Bernd, 93093 Donaustauf, DE; Jehle, Martin,
93051 Regensburg, DE; Treinies, Stefan, 93055
Regensburg, DE

55 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 40 40 927 A1

54 Verfahren zur Durchführung einer Fehlerdiagnose und fahrzeugeigenes Fehlerdiagnosesystem

57 Bei einem Verfahren zur Durchführung einer Fehlerdiagnose mit einer Mehrzahl von Diagnosemodulen und einem fahrzeugeigenen Fehlerdiagnosesystem startet ein zweites Diagnosemodul (124), dessen Diagnoseergebnis vom Ergebnis der Fehlerdiagnose wenigstens eines ersten Diagnosemoduls (121) abhängt, seinen Diagnosezyklus, ohne auf das Diagnoseergebnis des ersten Diagnosemoduls (121) zu warten. Das zweite Diagnosemodul (124) schreibt sein Diagnoseergebnis in einen sekundären Fehlerspeicher (132). Wenn das erste Diagnosemodul (121) seinen Diagnosezyklus beendet hat, ohne einen Fehler festzustellen, wird das Diagnoseergebnis des zweiten Diagnosemoduls (124) vom sekundären Fehlerspeicher (132) in einen primären Fehlerspeicher (131) übertragen.



DE 198 41 267 C 1

DE 198 41 267 C 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Durchführung einer Fehlerdiagnose mit einer Mehrzahl von Diagnosemodulen, die Teilsysteme überwachen, und ein fahrzeugeigenes Fehlerdiagnosesystem.

Elektronische Steuergeräte zur Steuerung und Regelung von Systemen weisen häufig Diagnosemodule zum Erkennen von Fehlern des gesteuerten oder geregelten Systems auf. Die Diagnoseresultate können beispielsweise die Deaktivierung von Teilsystemen, die Ansteuerung von Warnanzeigen oder den Eintrag in einen Fehlerspeicher zu Dokumentationszwecken als Folge haben. Derartige Steuergeräte werden besonders häufig in Kraftfahrzeugen eingesetzt.

In einem vernetzten System kann der Ausfall einer einzelnen Komponente oder eines Teilsystems die korrekte Funktion anderer Komponenten oder Teilsysteme beeinträchtigen. Werden derartige Querabhängigkeiten im System von den Diagnosemodulen nicht berücksichtigt, führt dies neben dem Eintrag des verursachenden Fehlers zu weiteren Einträgen von Folgefehlern in einen Fehlerspeicher. Solche Folgefehler kennzeichnen unter Umständen korrekt arbeitende Teilsysteme oder Komponenten als fehlerhaft.

Um den Eintrag von Folgefehlern in den Fehlerspeicher zu vermeiden, kann eine Querverriegelung von Funktionen erfolgen. Dabei muß sichergestellt werden, daß der verursachende Fehler vor dem Folgefehler erkannt wird. Dies wird dadurch erreicht, daß voneinander abhängige Diagnosemodule in einer bestimmten Reihenfolge gestartet werden, so daß ein Diagnosemodul, dessen Diagnoseergebnis vom Ergebnis der Fehlerdiagnose eines anderen Diagnosemoduls abhängig ist, erst nach Eintreffen des entsprechenden Diagnoseergebnisses gestartet wird.

Aus der Offenlegungsschrift DE 40 40 927 A1 ist eine Fehlerspeicherung in einer Steuereinrichtung eines Kraftfahrzeugs bekannt, bei der eine Fehlerfolge in einem Fehlerfolgespeicher in der Reihenfolge des Auftretens der Fehler abgelegt wird. In einem Fehlerregisterspeicher wird für jeden Fehler des Fehlerfolgespeichers durch eine Fehlerbezeichnungsflagge gekennzeichnet, ob der Fehler momentan vorliegt. Ein Eintrag in den Fehlerfolgespeicher erfolgt nur, wenn zu einem auftretenden Fehler die zugehörige Fehlerbezeichnungsflagge nicht gesetzt ist.

In SAE Technical Paper Series 980512 wird unter dem Titel "A New Object-Oriented Diagnostic System Management for Powertrain Control Units with OBD" ein fahrzeugeigenes (ON-Board) Diagnosesystem vorgestellt, das einen Satz von zentralen Modulen zur Handhabung von Querverbindungen aufweist. Durch die Einführung von zentralen Modulen für eine Fehlerbehandlung wird gegenüber lokalen Querverriegelungen von Diagnosefunktionen eine bessere Konfigurierbarkeit des Systems erzielt. Die zentralen Module übernehmen die Aufgabe einer zentralen Verwaltung und Koordinierung von Fehlerzuständen, die von den Diagnosefunktionen gemeldet werden.

Es ist ein Ziel der Erfindung, ein Verfahren zur Durchführung einer Fehlerdiagnose und ein Fehlerdiagnosesystem mit einer Mehrzahl von Diagnosemodulen bereitzustellen, bei denen auf die Reihenfolge der von den Diagnosemodulen eintreffenden Fehlermeldungen keine Rücksicht genommen werden muß.

Dieses Ziel wird mit einem Verfahren und einem Fehlerdiagnosesystem erreicht, wie sie in den unabhängigen Patentansprüchen definiert sind. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Durch die Unterscheidung zwischen einem primären und einem sekundären Fehlerspeicher ist es möglich, ein Dia-

gnoseergebnis als vorläufig einzustufen. Wenn sämtliche Randbedingungen erfüllt sind, insbesondere alle Diagnoseergebnisse vorliegen, von denen das Diagnoseergebnis des betreffenden Diagnosemoduls abhängt, kann das als vorläufig eingestufte Diagnoseergebnis als endgültig eingestuft werden. Ein von dem Ergebnis eines anderen Diagnosemoduls abhängiges Diagnosemodul muß daher nicht zwingend auf das Eintreffen des ausstehenden Diagnoseergebnisses warten, sondern kann schon seinen Diagnosezyklus starten. Dies ist von besonderem Vorteil, wenn die Diagnosemodule verhältnismäßig zeitaufwendige Routinen abarbeiten müssen oder wenn ein Diagnosemodul von den Diagnoseergebnissen einer Kette von Diagnosemodulen abhängig ist.

Wird festgestellt, daß das vorläufige Diagnoseergebnis auf Werten beruht, die von einem anderen Diagnosemodul als fehlerhaft bewertet wurden, so wird das abhängige Diagnoseergebnis vorzugsweise aus dem sekundären Fehlerspeicher gelöscht.

In einer Ausführungsform der Erfindung wird das Diagnoseergebnis eines zweiten Diagnosemoduls, das vom Diagnoseergebnis eines ersten Diagnosemoduls abhängig ist auch dann in den Fehlerspeicher geschrieben, wenn das erste Diagnosemodul vor dem zweiten Diagnosemodul seinen Diagnosezyklus abgeschlossen und keinen Fehler erkannt hat. Die Entscheidung, ob ein Diagnoseergebnis vom sekundären Fehlerspeicher in den primären Fehlerspeicher übertragen wird, kann dann von einem zentralen Diagnosemodul getroffen werden. Dadurch wird die Konfiguration des Fehlerdiagnosesystems vereinfacht.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind Abhängigkeiten zwischen Diagnosemodulen in einer Tabelle oder Matrix (Querverriegelungsmatrix) gespeichert. Aus dieser Matrix kann ein Diagnosemodul oder ein zentrales Diagnosemodul ableiten, ob ein Diagnoseergebnis als vorläufig oder endgültig zu werten ist. Dementsprechend wird dann das Diagnoseergebnis in den primären Fehlerspeicher oder den sekundären Fehlerspeicher eingetragen.

Obwohl die Erfindung sowohl in Fahrzeugen und Produktionsanlagen als auch Verbindung mit irgendeinem zu überwachenden System eingesetzt werden kann, ist das bevorzugte Anwendungsgebiet die Fehlerdiagnose von Teilsystemen eines Kraftfahrzeugs. Hierbei kann es sich beispielsweise um eine Fehlerdiagnose im Zusammenhang mit einem Motorsteuergerät, einer Getriebesteuerung, eines elektromechanischen Bremssystems, einer elektromagnetischen Ventilsteuerung oder dergleichen handeln.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Zeichnungen. Es zeigen:

Fig. 1 ein Motorsteuergerät mit einem Fehlerdiagnosesystem,

Fig. 2 ein Ablaufdiagramm für ein Diagnosemodul, und

Fig. 3 ein Ablaufdiagramm für einen Hintergrundprozeß.

Ein in Fig. 1 veranschaulichtes elektronisches Steuergerät 1 steuert und regelt den Motor eines Kraftfahrzeugs. Das Steuergerät 1 weist wenigstens einen nicht dargestellten Mikroprozessor auf, der nicht nur den Motor, sondern auch die Durchführung von Fehlerdiagnosen steuert.

Im Steuergerät 1 sind ein zentrales Diagnosemodul 11 und mehrere lokale Diagnosemodule 121 bis 124 implementiert. Weiterhin befindet sich im Steuergerät 1 ein löscherbarer und wiederbeschreibbarer Speicher 13, auf den das zentrale Diagnosemodul 11 sowohl Lesezugriff als auch Schreibzugriff hat und auf den die lokalen Diagnosemodule 121 bis 123 nur Schreibzugriff haben.

Der Speicher 13 weist Bereiche für einen normalen primären Fehlerspeicher 131, einen temporären, sekundären

Fehlerspeicher 132 sowie einen Bereich 133 für eine Markierung oder ein Flag auf.

Die lokalen Diagnosemodule 121 bis 123 sind jeweils mit einem Teilsystem 21 bis 23 verbunden und diesem funktional, nicht notwendigerweise örtlich zugeordnet. Teilsystem 21 ist eine Lambdasonde, Teilsystem 22 ist ein Luftmassensensor und Teilsystem 23 ist ein Kühlwassertempersensor. Das lokale Diagnosemodul 124 führt die Katalysator-Wirkungsgrad-Diagnose durch.

Ein Adaptionsmodul 125 stellt einen Korrekturfaktor für die Regelung des Kraftstoff-Luftgemisches bereit, der dauerhafte oder längerfristige Abweichungen des Gemischaufbereitungssystems vom Sollzustand berücksichtigt.

Ein Regelungsmodul 126 regelt das Kraftstoff-Luftgemisch auf einen vorgegebenen Sollwert unter Berücksichtigung des von dem Adaptionsmodul 125 bereitgestellten Korrekturfaktors.

Ein nicht dargestelltes Auswertemodul, das mit dem Teilsystem 21 (Lambdasonde) verbunden ist, übermittelt die gemessenen Sensorsignale sowohl an das lokale Diagnosemodul 124, das die Katalysator-Wirkungsgrad-Diagnose durchführt, als auch an das Adaptionsmodul 125 und an das Regelungsmodul 126. Das lokale Diagnosemodul 124 kann den Wirkungsgrad eines Katalysators nur zutreffend feststellen, wenn das lokale Diagnosemodul 121 keinen Fehler bei dem Teilsystem 21 (Lambdasonde) festgestellt hat. Das Diagnoseergebnis des Diagnosemoduls 124 hängt daher vom Diagnoseergebnis des Diagnosemoduls 121 (Lambdasonden-Diagnosemodul) ab. Beide Diagnosen benötigen einen relativ langen Zeitabschnitt für einen Durchlauf oder Diagnosezyklus.

In Fig. 2 ist der Ablauf der Diagnose des Diagnosemoduls 124 (Katalysator-Wirkungsgrad-Diagnose) dargestellt.

Mit Schritt A beginnt die Diagnoseprozedur zur Überprüfung des Katalysator-Wirkungsgrads.

In Schritt B prüft das Diagnosemodul 124, ob noch Diagnoseergebnisse von anderen Diagnosemodulen zu einem eventuellen Fehlereintrag nötig sind. Die Information hierzu erhält das Diagnosemodul 124 über die jeweiligen Fehlerzustände jener Diagnosemodule, von denen das Ergebnis von Diagnosemodul 124 abhängt. Die Fehlerzustände enthalten hierbei sowohl die Ergebnisse der Diagnosen als auch die Information, ob die jeweilige Diagnose bereits abgeschlossen ist. Die Abhängigkeiten der Diagnosemodule voneinander sind in einer Tabelle oder Querverriegelungsmatrix beschrieben. Bei der Überprüfung stellt das Diagnosemodul 124 fest, daß ein sich ergebendes Diagnoseergebnis unter dem Vorbehalt steht, daß das Diagnosemodul 121 nach Abschluß seiner Diagnose keinen Fehler des Teilsystems 21 festgestellt hat. Das Diagnosemodul 124 setzt daher eine Markierung oder ein Vorbehalts-Flag im Speicherbereich 133 des Speichers 13.

Anschließend wird in Schritt C, ohne auf das ausstehende Diagnoseergebnis des Diagnosemoduls 121 zu warten, die eigentliche Diagnose des Katalysator-Wirkungsgrads vorgenommen.

In Schritt D erfolgt die Meldung des Diagnoseergebnisses an den Fehlerspeicher. Vor Ausgabe des Ergebnisses wird in Schritt E überprüft, ob ein Vorbehalts-Flag als Markierung einer Abhängigkeit gesetzt war. War das Vorbehalts-Flag nicht gesetzt, wird das Diagnoseergebnis in den normalen, primären Fehlerspeicher 131 eingetragen. Da in diesem Beispiel das Vorbehalts-Flag gesetzt war, wird das Diagnoseergebnis in den temporären, sekundären Fehlerspeicher 132 geschrieben.

Bei einem Auslesen des Fehlerspeichers ist nur der primäre Fehlerspeicher 131 zugänglich. Daher wird ein in dem beschriebenen Diagnosezyklus möglicherweise erkannter

Fehler, der aber eventuell auf einem fehlerhaften Arbeiten des Teilsystems 21 (Lambdasonde) und nicht auf dem Katalysator beruht, beim Auslesen des Fehlerspeichers des Steuergeräts nicht angezeigt. Vielmehr ist im primären Fehlerspeicher 131 noch der vorhergehende Status des Diagnosemoduls 124 gespeichert und auslesbar.

Fig. 3 veranschaulicht eine Übertragung eines Diagnoseergebnisses vom sekundären Fehlerspeicher 132 in den primären Fehlerspeicher 131. Diese Übertragung wird von dem zentralen Diagnosemodul 11 gesteuert.

In Schritt a beginnt ein Prozeß, der vom Mikroprozessor des Steuergeräts parallel zu anderen Prozessen, beispielsweise laufenden Fehlerdiagnosen, bearbeitet wird.

In Schritt b wird für die vorhandenen Diagnosemodule 121 bis 124 geprüft, ob ein Vorbehalts-Flag zur Markierung eines Abhängigkeitsverhältnisses gesetzt worden ist. Ist kein Vorbehalts-Flag gesetzt, so wird dieser Hintergrundprozeß nach Ablauf einer definierten Zeit erneut gestartet.

Ist dagegen von wenigstens einem Diagnosemodul ein Vorbehalts-Flag gesetzt worden, so wird in Schritt c geprüft, ob sämtliche Bedingungen erfüllt sind, und ob über die Gültigkeit des als vorläufig markierten Diagnoseergebnisses entschieden werden kann. Für das in Fig. 2 dargestellte Beispiel ist dies der Fall, wenn das Diagnoseergebnis des Diagnosemoduls 121 (Lambda-Sonden-Diagnosemodul) vorliegt. Diese Prüfung wird anhand einer Tabelle oder Matrix vorgenommen, in deren Zeilen die ergebnisliefernden Diagnosemodule eingetragen sind und in deren Spalten die Diagnosemodule eingetragen sind, die von den Ergebnissen der Diagnosemodule abhängig sind. In diesem Beispiel ist in der Spalte für das Diagnosemodul 124 eine Abhängigkeit in der Zeile des Diagnosemoduls 121 gekennzeichnet.

In Schritt d wird geprüft, ob das vom abhängigen Diagnosemodul gelieferte Ergebnis, also das vom Diagnosemodul 124 gelieferte Ergebnis, gültig oder ungültig ist. Das Diagnoseergebnis des abhängigen Diagnosemoduls 124 ist gültig, wenn das ergebnisliefernde Diagnosemodul 121 keinen Fehler des Teilsystems 21 festgestellt hat.

Wird festgestellt, daß das Diagnoseergebnis des abhängigen Diagnosemoduls 124 gültig ist, so wird in Schritt e verzweigt. Dies bedeutet, daß das im temporären, sekundären Fehlerspeicher 132 gespeicherte Diagnoseergebnis in den normalen, primären Fehlerspeicher 131 kopiert wird.

Zeigt dagegen das ergebnisliefernde Diagnosemodul 121 einen Fehler des Teilsystems 21 an, so wird in Schritt f verzweigt. In diesem Fall wird der Status des sekundären Fehlerspeichers 132 nicht in den primären Fehlerspeicher 131 übertragen, da er keine Aussagekraft besitzt. Vielmehr wird das Ergebnis des Diagnosemoduls 124 im sekundären Fehlerspeicher 132 gelöscht.

In gleicher Weise wird mit den Ergebnissen weiterer Diagnosemodule verfahren, wenn diese Diagnosemodule eine Markierung oder Flag in den Speicherbereich 133 gesetzt haben.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Durchführung einer Fehlerdiagnose mit einer Mehrzahl von Diagnosemodulen (121; 122; 123), die Teilsysteme (21; 22; 23) überwachen, mit den Schritten:

- ein zweites Diagnosemodul (124), dessen Diagnoseergebnis vom Ergebnis der Fehlerdiagnose wenigstens eines ersten Diagnosemoduls (121) abhängt, startet seinen Diagnosezyklus, ohne auf das Diagnoseergebnis des ersten Diagnosemoduls (121) zu warten,

- das zweite Diagnosemodul (124) schreibt das Diagnoseergebnis in einen sekundären Fehlerspeicher (132), wenn das Diagnoseergebnis des ersten Diagnosemoduls (121) nach Abschluß des Diagnosezyklus noch nicht vorliegt, 5
 - das Diagnoseergebnis des zweiten Diagnosemoduls (124) wird in einen primären Fehlerspeicher (131) geschrieben, dessen Einträge zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit der Teilsysteme (21; 22; 23) dienen, wenn das erste Diagnosemodul (121) nach Abschluß seines Diagnosezyklus keinen Fehler detektiert hat. 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Diagnoseergebnis des zweiten Diagnosemoduls (124) auch dann in den sekundären Fehlerspeicher (132) geschrieben wird, wenn das erste Diagnosemodul (121) vor dem zweiten Diagnosemodul (124) seinen Diagnosezyklus abgeschlossen hat. 15
 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein zentrales Diagnosemodul (11) die Übertragung eines in den sekundären Fehlerspeicher (132) geschriebenen Diagnoseergebnisses steuert. 20
 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bedingungen, unter denen ein Diagnoseergebnis eines Diagnosemoduls (121; 122; 123; 124) in den primären Fehlerspeicher (131) und/oder den sekundären Fehlerspeicher (132) eingetragen wird, in einer Matrix vorgegeben ist. 25
 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Diagnosemodul (124) mit einer Markierung versehen wird, wenn ein von ihm festgestellter Fehler nicht im primären Fehlerspeicher (131), sondern im sekundären Fehlerspeicher (132) zu speichern ist. 30
 6. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Markierung verwendet wird, um die Übertragung des Inhalts des primären Fehlerspeichers (131) in den sekundären Fehlerspeicher (132) zu steuern. 35
 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der sekundäre Fehlerspeicher (132) und der primäre Fehlerspeicher (131) mit unterschiedlichen Kennzeichen versehen sind, und daß eine Übertragung eines Diagnoseergebnisses vom sekundären Fehlerspeicher (132) in den primären Fehlerspeicher (131) durch einen Austausch der Kennzeichen erfolgt. 40
 8. Fahrzeugeigenes Fehlerdiagnosesystem mit einer Mehrzahl von Diagnosemodulen (121; 122; 123), die Teilsysteme (21; 22; 23) überwachen, das aufweist: 45
- einen primären Fehlerspeicher (131), dessen Einträge zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit der Teilsysteme (21; 22; 23) dienen,
 - einen sekundären Fehlerspeicher (132), in den Diagnoseergebnisse eintragbar sind, die von wenigstens einem weiteren Diagnoseergebnis abhängen. 55

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

60

65

Fig. 2

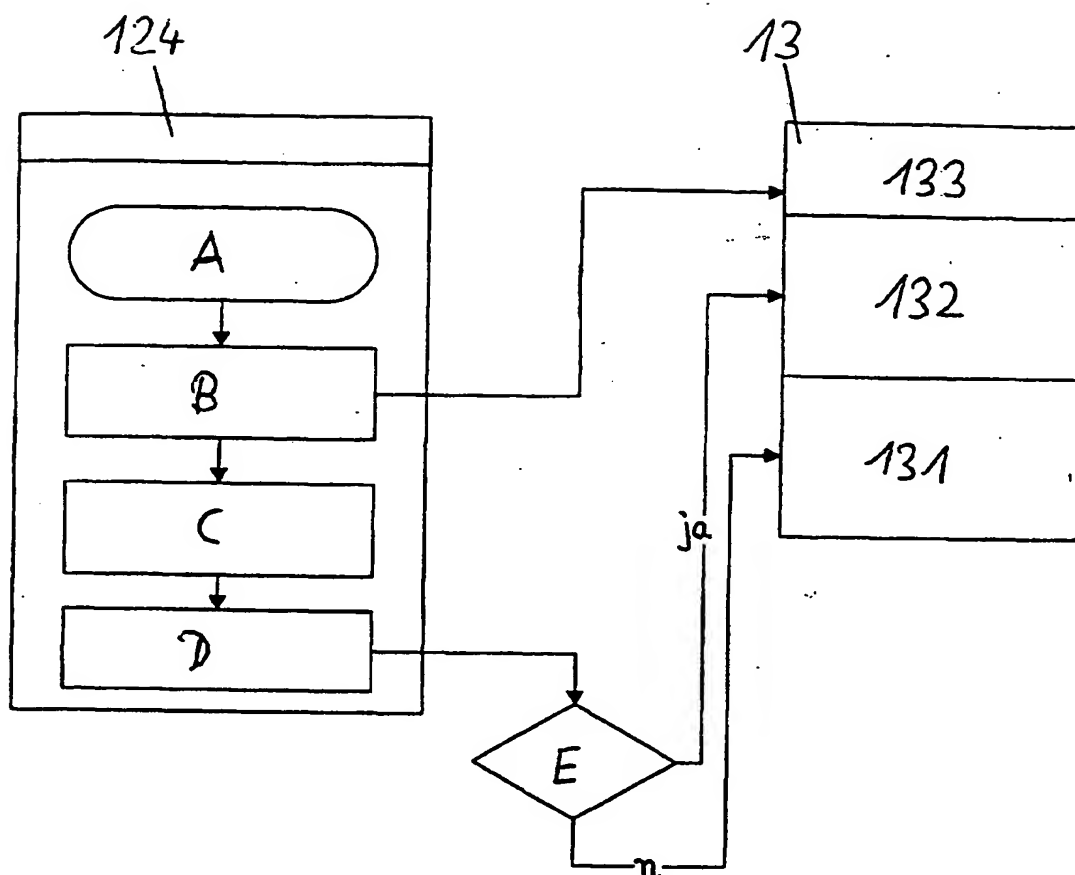
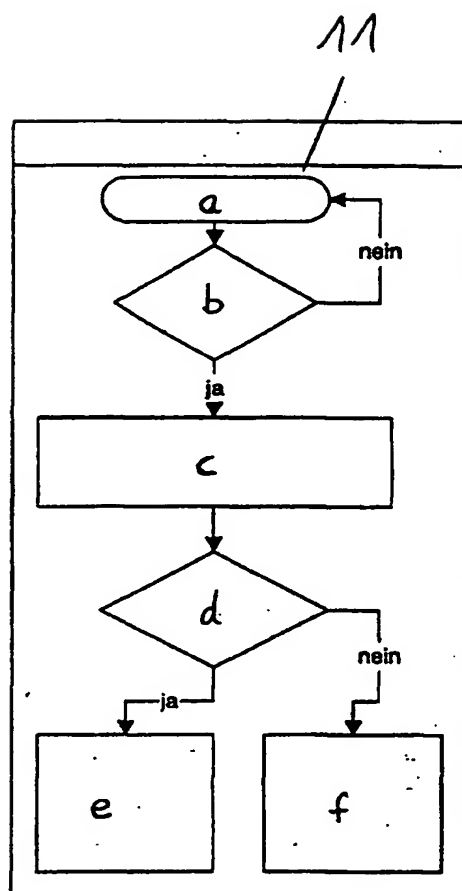


Fig. 3



- Leerseite -

Fig. 1

